

Helsinki 3.8.2004

PCT/FI2004/000395

E T U O I K E U S T O D I S T U S
P R I O R I T Y D O C U M E N T

REC'D 17 AUG 2004
WIPO PCT



Hakija
Applicant

Planmeca Oy
Helsinki

Patentihakemus nro
Patent application no

20030959

Tekemispäivä
Filing date

27.06.2003

Kansainvälinen luokka
International class

H05B

Keksinnön nimitys
Title of invention

"LED-operaatiovalaisin"

Tätten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä
Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä,
patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the
description, claims, abstract and drawings originally filed with the
Finnish Patent Office.

Pirjo Kalla
Tutkimussihteeri

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001
Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No.
1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and
Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

LED-operaatiovalaisin

Keksinnönala

Keksintö liittyy operaatiovalaisimii ja erityisesti LED (Light Emitting Diode) -operaatiovalaisimii.

5 Keksinnön tausta

Lääketieteellisissä hoidoissa, kuten hammashoidoissa, tehdään suurta tarkkuutta vaativia operaatioita, joissa ihmilliset virheet voivat olla haitallisia tai jopa vaarallisia potilaalle. Tällöin jokin vakio yleisvalaistus ei välttämättä ole optimaalinen mahdollistamaan tarkkaa työskentelyä, vaan operointikohteen, kuten suuontelon, valaisemiseen käytetään tyypillisesti erillisiä operaatiovalaisimia. Operaatiovalaisin voi olla järjestetty soveltumaan erityisesti jonkin tietyn operaation tai diagnoosin yhteydessä käytettäväksi ja/tai olemaan joiltakin toiminnoltaan esimerkiksi potilaskohtaisesti säädetävissä. Operaatiovalaisimen tuottaman valon tulee myös olla riittävän kirkas, jotta operaatio voidaan suorittaa turvallisesti ja tehokkaasti. Valo ei kuitenkaan saa olla liian kirkas ja siten häikäistä operaation suorittajaa tai potilasta. Myös operointiympäristön yleisvalaistus on toteutettava siten, ettei operointikohteen ja operointiympäristön välille synny liian suurta kontrastia.

Tunnetun tekniikan mukaisissa operaatiovalaisimissa käytetään valonlähteinä muun muassa halogenipolttimoita ja LED-komponentteja. Hammashoitolan valmistajista ei kuitenkaan kukaan ole vielä tuonut LED-pohjaisia operaatiovalaisimia markkinoille. Halogenipolttimopohjaisten valaisimien yhtenä ongelmana on se, että ne kuumenevat voimakkaasti ja voivat siten aiheuttaa palovammoja. Lisäksi halogenipolttimoissa on aina räjähdyksvaara. Tällaisia valaisimia on saatavilla myös tuulettimilla varustettuna, mutta tyypillisesti tuuletin tekee valaisimesta äänekkään, rakenteeltaan monimutkaisen ja epähygieenisen. Halogenipolttimopohjaisten operaatiovalaisimien yhtenä ongelmana on lisäksi polttimoiden suhteellisen lyhyt käyttöikä, mikä aiheuttaa ylimääräisiä huoltokustannuksia. Edelleen, jos halogenipolttimovalaisimen kirkkautta säädetään esimerkiksi operaation aikana, voi ei-toivottuna seurauksena olla myös valon värilämpötilan muuttuminen. Myös halogenipolttimoiden kanssa tyypillisesti käytettävät pidikkeet (kannat) ovat kuumenemisensa johdosta epäluotettavia komponentteja.

LED-valaisimet voidaan rakentaa varsin pieniksi ja kevyiksi. Niissä ei myöskään tarvita kuluvia mekaanisia osia, kuten äänekkäitä tuulettimia. Li-

- säksi LED-valaisimen elektroniikka voidaan järjestää suhteellisen yksinkertaiseksi ja siten edulliseksi. LED-komponentteihin voidaan myös integroida heijastin valmiaksi, jolloin monissa valaisinsovelluksissa ei tarvita lainkaan erillistä valoa suuntaavaa heijastinta tai linssiä. Tällaisten linssien käyttö voi sitä paitsi
- 5 aiheuttaa operointikohteeseen suunnattavan valokeilan reunalla niin sanotun sateenkoari-ilmiön.

Yleisesti LED-valaisin tuottaa vain niin sanottua kylmää valoa, sillä infrapunasäteily eli lämpenemistä aiheuttava säteily on tyypillisesti hyvin vähäistä tuotetun sädekeilan suunnassa.

- 10 10 LED-operaatiovalaisimen huoltokustannukset ovat myös suhteellisen pienet, sillä LED-komponenttien teoreettinen käyttöikä jatkuvassa käytössä on hyvin pitkä, jopa yli 100 000 tuntia. Lisäksi LED-valaisimessa ei ole räjähdyssvaaraa, joten sen rakenteessa ei tarvita räjähdyssuojaata tai muita suojaavia rakenteita. Pelkän konvektiojäähdityksen ollessa riittävä ei myöskään tarvita erillisiä epähygieenisiä ja likaantuvia tuuletusaukkoja.
- 15

LED-komponentti on rakenteeltaan puolijohdeliitos, ja tyypillisesti se valmistetaan galliumarsenidista (GaAs), galliumarsenidifosfidista (GaAsP), galliumfosfidista (GaP) tai muusta vastaavasta materiaalista. LED-komponentti kytketään yleisesti päästösuuntaan, sillä estosuuntaan kytkettäessä LED-komponentti ei tuota valoa ja saattaa tämän lisäksi vaurioitua. Edullisesti LED-komponenttia syötetään olennaisesti sen kynnysjännitteen suuruisella tulojännitteellä eli tyypillisesti noin 1.1 – 3.8 V:lla. Mikäli LED-komponenttiin syötetään olennaisesti kynnysjännitettä suurempaa jännitettä, kynnysjännitteen yli menevä tulojännite edullisesti ohjataan esimerkiksi sarjavastukselle, jotta LED-komponentti ei vauriodu. LED-komponentin liitäntäjohtimet ovat samat kuin tavallisessakin diodissa, eli anodi ja katodi.

- 20
 - 25
 - 30
 - 35
- LED-komponentin toiminta perustuu tyypillisesti myötäsuuntaisen virran vaikutuksesta puolijohdeliitoksen yli siirtyviin varauksenkuljettajiin eli elektroneihin ja aukkoihin, jotka rekombinoituessaan eli liittyessään takaisin toisiinsa emittoivat fotoneja, mikä ilmenee emittoituna valona. Valoemissiossa emitoidun valon väri riippuu liitoksen muodostavista puolijohteista ja niiden saostuksista. Esimerkiksi galliumfosfidi (GaP) seostettuna sinkillä (Zn) ja hapella (O) synnyttää yleisesti punaista valoa.

Tyypillisiä vakio-LED-komponentteja ovat muun muassa punaiset, keltaiset ja vihreät LED-komponentit. Vakio-LED-komponentteja on saatavilla tänä päivänä yleisesti kahta kokoa; 3 ja 5 mm läpimitaisissa pyöreissä kotelissa. Lisäksi on olemassa esimerkiksi oransseja LED-komponentteja, joiden

kotelointi tyyppisesti vastaa vakio-LED-komponenttien kotelointia, ja niin sanottuja läpinäkyviä LED-komponentteja, joiden kotelo on kirkas, mutta valon väri on komponentin käsittämistä puolijohteista tai niiden saostuksista riippuen tyyppisesti punainen, vihreä tai keltainen.

- 5 RGB-LED-komponentti käsittää nimensä mukaisesti tyyppisesti punaisen (Red), vihreän (Green) ja sinisen (Blue) LED-komponentin. RGB-LED-komponentilla voidaan tuottaa mitä tahansa näistä LED-komponenttien väreistä ja niiden sekoituksia, siis itse asiassa mitä tahansa väriä kyseisen värispektrin alueelta. Tyyppisesti värien sekoitus tehdään kohdistamalla LED-10 komponenttien tuottamat valokeilat samaan kohtaan. Tällöin on kuitenkin huomioitava eri aallonpituuksien erilainen taipuminen. Esimerkiksi sininen valo taipuu punaista valoa huomattavasti enemmän.

- Saatavilla on myös esimerkiksi valkoista valoa emittoivia LED-komponentteja. Yksi mahdollisuus toteuttaa valkoista valoa emittoiva LED-komponentti on liittää punainen, vihreä ja sininen LED-komponentti toisiinsa. Ongelma on tällöin kuitenkin se, että värilämpötila on vaikea pitää samana, sillä eri ainesoksista valmistettujen LED-komponenttien värilämpötilat muuttuvat eri tavalla lämpötilan, syötetyn tehon ja komponentin iän mukaan. Toinen mahdollisuus on varustaa LED-komponentti käytetyn LED-komponentin aallonpituuutta 20 absorboivalla ja tästä pidempää aallonpituuutta tai -pituuksia emittoivalla loisteaineella, joka voi koostua esimerkiksi erilaisista fosforeista tai fosforikerroksista. LED-komponentti voi rakentua myös ultravioletti-LED-komponentista ja fosforista. Eri tuotettujen aallonpituuksien summasta ja yhteisvaikutuksesta voidaan muodostaa olennaisesti eri väristä, esim. valkoista, valoa.

- 25 Kuitenkin myös valkoisten LED-komponenttien värilämpötilan hajonta on suhteellisen suuri. Esimerkiksi nominaalivärilämpötilalla 5500K värilämpötilan hajonta voi olla alueella 4400 – 8000 K. Tähän hajontaan vaikuttaa etenkin LED-komponenttien pääle valmistuksen aikana kerrostettavan fosforikerroksen paksuus. Värilämpötilan normalisoimiseksi valkoiset LED-komponentit joudutaan yleisesti mittamaan, jotta niistä voidaan valikoida ne LED-komponentit, joiden värilämpötila on esimerkiksi noin 5500 K. Valkoisten LED-komponenttien värilämpötilan hajonta tarkoittaa kuitenkin sitä, että myös useammasta valkoisesta LED-komponentista muodostettavissa valaisimissa on, tarkkaan ottaen, erilaisia osavärejä emittoivia LED-komponentteja.

- 35 Julkaisussa US 6 459 919 on esitetty eräs yleiskäyttöinen LED-operaatiovalaisin ja julkaisussa WO 0 2/06 723 hammaslääketieteelliseen käyttöön soveltuva LED-operaatiovalaisin. Julkaisun WO 0 2/06 723 mukainen LED-ope-

raatiovalaisin generoi valokentän, jolla on ennalta määritty koko, valaistusvoimakkuus, valoisuuden tasaisuus ja värilämpötila. Ensimmäinen ja toinen valokenttä muodostuvat useiden toisiaan lähellä sijaitsevien LED-komponenttien generoimista valokeiloista siten, että toinen valokenttä kattaa ainakin osin ensimmäisen valokentän.

- 5 Julkaisun mukaisesti valaisimen tuottaman valokentän kirkkauteen voidaan vaikuttaa toteuttamalla siihen järjestettävien LED-komponenttien tuottamien yksittäisten valokeilojen suuntaus erilaiseksi ja valaistusvoimakkuuteen voidaan vaikuttaa kytkettyjen LED-komponenttien lukumäärällä.

- 10 Tunnetun tekniikan mukaisten operaatiovalaisimien yksi tyypillinen ongelma on siis se, että niiden tuottaman valon värilämpötila ei pysy olennaisesti vakiona tai säädettynä. Jos halogenipolttimovalaisimen kirkkautta säädetään operaation aikana, muuttuu sen tuottaman valon värilämpötila. Toisaalta LED-operaatiovalaisimissa värilämpötila voi muuttua esimerkiksi eri 15 osavärejä tuottavien LED-komponenttien ikääntyessä ja siten osavärien keskinäisen suhteen muuttuessa LED-komponenttien valoemissioiden heikentyessä eri suhteissa. Värilämpötilalla tarkoitetaan tässä operaatiovalaisimen tuottamien osavärien keskinäistä suhdetta. Operaatiovalaisimen värilämpötila pyritään tyypillisesti sääätämään noin 5000 – 6000 K:iin, mikä vastaa pilvisen keskipäivän valoisuutta.

- 20 Joissakin operaatioissa voi olla myös edullista kyetä käyttämään muuta kuin vain jotain tiettyä ennalta määrittyä värilämpötilaa. Tunnetun tekniikan mukaisissa operaatiovalaisimissa värilämpötilaa ei ole mahdollista pitää halutuissa rajoissa eikä värilämpötilaa ole mahdollista säätää halutuksi toisaalta yksittäisen operaation tarpeiden mukaisesti ja toisaalta siten, että se voitaisiin pitää haluttuna tai vakiona koko LED-operaatiovalaisimien käyttöiän.

Keksinnön lyhyt selostus

- 25 Keksinnön tavoitteena on näin ollen kehittää sellainen LED-operaatiovalaisin, jonka avulla yllä mainittuja ongelmia voidaan vähentää. Keksinnön tavoite saavutetaan LED-operaatiovalaisimella ja menetelmällä, joille on tunnusomaista se, mitä sanotaan itsenäisissä patenttivaatimuksissa. Keksinnön edulliset suoritusmuodot ovat epäitsenäisten patenttivaatimusten kohteena.

- 30 Keksintö perustuu siihen, että LED-operaatiovalaisin käsittää ainakin kahta eri aallonpituitta emittoivia LED-komponentteja sekä välineet ainakin yhtä aallonpituitta emittoivien LED-komponenttien säätmiseksi. Edullisesti ja yleisemmin sanottuna LED-operaatiovalaisin käsittää vähintään N:ä eri osavä-

- riä emittoivia LED-komponentteja, jolloin $N = 2$ tai sitä suurempi kokonaisluku, ja välineet ainakin $N-1:n$ näistä emission säättämiseksi. Edullisesti kaikkien eri osavärien emissiota voidaan säättää. Keksinnön mukaisessa valaisimessa on siten esimerkiksi ainakin kaksi teholähde, joista ainakin yksi on säädetävä
- 5 teholähde, ainakin kaksi eri osaväriä emittoivaa LED-komponenttia sekä ainakin yhdet mittaus- ja säätövälaineet. Teholähteet syöttävät tehoa LED-komponenteille, jotka emittoivat valoa vasteena teholähteiltä vastaanotetulle teholle.

- Keksinnön mukaisesti LED-komponentit on siis järjestetty muodostamaan LED-operaatiovalaisimen valoemission osavärejä ainakin kahdella eri aallonpituuudella. Mittausvälaineet, kuten mittausanturi, on järjestetty mittamaan, esimerkiksi periodisesti, sellaista tai sellaisia LED-komponenttien generoimia suureita, kuten kunkin osavärin intensiteettiä tai LED-komponenttien lämpötilaa, joiden korrelaatio valaisimen tuottamaan värilämpötilaan on tunnettu. Säätövälaineet, kuten prosessori tai logiikkapiiri, on järjestetty muodostamaan ainakin yhdelle säätövälaineelle, kuten säädetävälle teholähteelle lähetettävän mittaustietoon, kuten mittaussignaaliin, perustuvan ohjausinformaation esimerkiksi säätösignaalina, ainakin yhden osavärin tuoton säättämiseksi ja siten koko LED-operaatiovalaisimen tuottaman valon värilämpötilan säättämiseksi.

Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-komponenttiyksikkö käsittää punaisen, vihreän ja sinisen LED-komponentin.

- Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-komponenttiyksikkö käsittää ainakin yhden valkoisen LED-komponentin tai se muodostuu pelkästään valkoisista LED-komponenteista.

Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-komponenttiyksikön käsittämät LED-komponentit on sijoitettu siten, että ne muodostavat ainakin yhden ainakin kahdesta LED-komponentista muodostuvan rivin, ja LED-komponenttiyksikkö käsittää tämän rivin suuntaisen kollimaattorin.

- 30 Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan ainakin osa, edullisesti kaikki, saman värisistä LED-komponenteista on toiminnallisesti rinnankytetty ja, edullisimmin sähköisesti sarjaankytetty.

- Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-operaatiovalaisin käsittää ainakin yhtä osaväriä emittoivien LED-komponenttien osalta rakenteen, 35 jossa kuhunkin LED-komponenttiin on integroitu säädetävä teholähde.

Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-komponentti on surteho-LED-komponentti, jonka keskimääräinen ottoteho on suurempi kuin 500 mW.

- Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan yksi teholähteistä on va-
- 5 kiovirtalähde.

Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-komponenteille syöttävä teho on järjestetty säädettäväksi pulssileveysmodulaatiolla.

- Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-operaatiovalaisin kä-
sittää valaisinosan, johon on toiminnallisesti liitetty enintään viisi LED-kompo-
- 10 nenttiyksikköä.

Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan ainakin yksi LED-kompo-
nenttiyksikkö käsittää ainakin yhden kollimaattorin.

- Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan reunimmaisten LED-kom-
ponenttiyksikköjen emittoimien valokeilojen keskisäteiden välinen kulma on
15 vähintään 5 astetta.

Keksinnön mukaisen järjestelyn olennaisena etuna on se, että LED-
operaatiovalaisimen valon värilämpötila voidaan pitää halutuissa rajoissa, es-
meriksi 5000 – 6000 K:ssä, koko LED-komponenttien eliniän, ja että opera-
tiovalaisimen valon kirkkautta voidaan säätää värilämpötilaa olennaisesti muut-
20 tamatta. Yhtenä etuna on edelleen se, että käytettäessä eri värisiä ja/tai eri
valkoisen sävyjä emittoivia LED-komponentteja voidaan aikaansaada uusia
toiminnallisuksia, kuten tuottaa haluttuja spektrijakaumia. Esimeriksi ham-
paan paikkauksessa on tärkeää, ettei paikkauskomposiitti kovetu liian aikaisin,
jolloin eksinnön yhden edullisen suoritusmuodon mukaisissa valaisimissa voi-
25 daan kovettavien aallonpituuksien, kuten sinisen valon, valoemissio minimoida
paikkauskomposiitin käsittelyn ajaksi kyseistä aallonpituuutta tuottavan tai tuot-
tavien LED-komponenttien emissiota säätmällä.

Kuvien lyhyt selostus

- Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yh-
30 teydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joista:

Kuvio 1 esittää tyyppillistä tekniikan tason mukaista hammaslääke-
tieteellisissä operaatioissa käytettävää operaatiovalaisinta;

Kuviot 2a, 2b ja 2c esittävät eksinnön eräiden edullisten suoritus-
muotojen mukaisten LED-operaatiovalaisimien valaisinosien rakenteita;

- 35 Kuvio 3 esittää yhden eksinnön edullisen suoritusmuodon mukai-
sen LED-operaatiovalaisimen värilämpötilan säätöjärjestelmän;

Kuvio 4 esittää yhden keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisten LED-komponenttien sähköisen kytkennän;

Kuvio 5 esittää yhden keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisia LED-komponenttiyksiköitä;

- 5 Kuvio 6 esittää yhden keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaista LED-komponenttiyksikköä; ja

Kuvio 7 esittää yhden keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisen LED-komponentin.

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

- 10 Kuviossa 1 on esitetty yksi hammaslääketieteellisissä operaatioissa tyypillisesti käytettävä halogenipolttimopohjainen operaatiovalaisin, joka käsittää valoa tuottavan halogenipolttimon H (100), häikäisysojan S (102) ja valoa heijastavan heijastinosan R (104).

- 15 Kuvioissa 2a, 2b ja 2c esitetään keksinnön eräiden edullisten suoritusmuotojen mukaisten LED-operaatiovalaisimien valaisinosien rakenteita käyttäen yhtenäistä viitenumeroointia.

- 20 Hammaslääketieteellisessä hoidossa operaatiovalaisimen tyypillinen käyttötäisyys operointikohdeesta on noin 50 – 80 cm. Jotta valonlähteestä ja operointialueen väliin mahdollisesti tulevat esteet, kuten operaation suorittajan käsi tai pää, eivät niin helposti pimentäisi koko valokeilaa, on LED-operaatiovalaisimen reunimmaisten LED-komponenttiyksikköjen LG₁ (202), LG₄ (208) emittoimien valokeilojen keskisäteiden välinen kulma α (200) syytä järjestää vähintään 5 asteksi.

- 25 Kuvion 2a mukainen LED-operaatiovalaisin käsittää neljä LED-komponenttiyksikköä LG₁ (202), LG₂ (204), LG₃ (206), LG₄ (208), jotka on järjestetty emittoimaan valoa vasteen teholähteiltä PW (224), ADJ-PW (226) vastaanotetuille tehoille. LED-komponenttiyksiköt LG₁ (202), LG₂ (204), LG₃ (206), LG₄ (208) käsittävät yhden tai useamman LED-komponentin, jotka on järjestetty muodostamaan LED-operaatiovalaisimen valoemission osavärejä ainakin 30 kahdella eri aallonpituuudella. Siten LED-komponenttiyksiköt LG₁ (202), LG₂ (204), LG₃ (206), LG₄ (208) voivat esimerkiksi emitoida eri osavärejä tai ne voivat kokin käsittää esimerkiksi punaista, vihreää ja sinistä valo emittoivia LED-komponentteja. Edullisesti LED-komponenttiyksiköt LG₁ (202), LG₂ (204), LG₃ (206), LG₄ (208) sijaitsevat valaisinosan LU (210) sellaisella pinnalla SF 35 (212), joka on esimerkiksi kuvion 2a mukaisesti kaareva tai kulmikas siten, että

pinta SF (212) muodostuu yhdestä tai useammasta tasosta kuvioiden 2b ja 2c mukaan.

- Reunimmaisten LED-komponenttiyksikköjen LG₁ (202), LG₄ (208) emittoimien valokeilojen keskisäteiden L₁ (214), L₄ (220) väliseksi kulmaksi α (200) saadaan esimerkiksi noin 6 astetta, jos kyseessä olevien säteiden leikkauuspiste järjestetään 60 cm:n etäisyydelle lähtöpisteistään ja kyseisten pisteyden, siis käytännössä reunimmaisten LED-komponenttiyksikköjen LG₁ (202), LG₄ (208) väliseksi etäisyydeksi 7 cm. Kuviossa 2 b on esitetty LED-komponenttiyksikköjen LG₁ (202), LG₂ (204), LG₃ (206), LG₄ (208) käsittämät kolli-
maattorit (CO) (222), jotka on järjestetty rajaamaan komponenttiyksikköjen tuottamat sädekeilat siten, että reunimmaisten LED-komponenttiyksikköjen LG₁ (202), LG₄ (208) valokeilojen keskisäteiden L₁ (214), L₄ (220) muodostama kulma α on halutun suuruinen, edullisesti vähintään 5 astetta.

- LED-operaatiovalaisin käsittää keksinnön yhden edullisen suoritus-
muodon mukaan ainakin kaksi teholähettä PW (224, 226), joista ainakin yksi on säädettävä teholähde ADJ-PW (226). Eri tiettyä osaväriä emittoivia LED-
komponentteja voidaan kytkeä toiminnallisesti rinnan ja sähköisesti sarjaan, jolloin aina tiettyä aallonpituuutta emittoivia komponentteja voidaan ajaa samalla teholähteellä. Valaisin voi käsittää yhden säädettävän teholähteen ADJ-PW
(226) kutakin LED-komponenttiväriä kohden, jolloin kukaan säädettävä teholähde ADJ-PW (226) voi olla järjestetty syöttämään tehoa jokaisen LED-komponenttiyksikön LG₁ (202), LG₂ (204), LG₃ (206), LG₄ (208) ennalta määritetyn väriselle LED-komponentille. Jos valaisin käsittää N:ä eri osaväriä tuottavia LED-komponentteja, on siinä edullisesti välineet N:ä tai N-1:ä eri osaväriä tuot-
tavien LED-komponenttien emission säättämiseksi. Järjestämällä kaikille LED-
komponenteille säädettävä teholähde, on kokonaisvaloteho mahdollista pitää täysin vakiona värilämpötilaa muutettaessa – tai vastaavasti myös kokonaisvalotehoa voidaan säättää vapaasti värilämpötilaa muuttamatta. Teholäh-
teenä PW (224, 226) voidaan käyttää esimerkiksi virtalähettä, joka käsittää
jänniterajoittimen. Tällöin LED-komponenttien kynnysjännitteet eivät niiden lämmetessäkään vaikuta valoemissioon. Yksi teholähteistä voi olla vakiovirtalähde. Yhden edullisen suoritusmuodon mukaisesti teholähteet PW (224, 226) integroidaan suoraan esimerkiksi RGB-LED-komponentin kuhunkin eri väriä tuottavaan komponenttiin, mutta ne voivat sijaita muuallakin ollen kuitenkin toiminnallisesti liitetty LED-operaatiovalaisimeen.

Keksinnön mukaisesti LED-operaatiovalaisin käsittää lisäksi mittausvälineet MM (228) värilämpötilan tai ainakin yhden sellaisen LED-kompo-

nentien (LED) generoiman suureen mittaamiseksi, jonka tai joiden korrelaatio tuottuu värilämpötilaan on tunnettu. Mittausvälineet MM (228) voivat käsitteä esimerkiksi yhden tai useamman mittausanturin, kuten RGB-värianturin, joka on järjestetty tuottamaan valoemissiota kuvaavaa mittaustietoa, kuten mittaussignaalit. Mittausvälineet MM (228) voivat olla järjestetyt mittamaan esimerkiksi kunkin tuotetun osavärin intensiteettiä, LED-komponentin lämpötilaa, operointikohteesta takaisinheijastuvan valon värilämpötilaa tai jotakin muuta valoemission tai sen tuottoon vaikuttavaa ominaisuutta. Esimerkiksi RGB-värianturi voidaan sijoittaa LED-operaatiovalaisimeen siten, että se havaitsee 10 operointikohteesta takaisinheijastuvan valon. Tällainen tai vastaava anturi voi olla integroitu myös esimerkiksi LED-komponentin heijastinrakenteeseen, jolloin valoemissiota voidaan mitata suoraan heijastimesta. Edullisesti mittausvälineet MM (228) on tavalla tai toisella integroitu valaisimeen, mutta ne voivat sijaita muuallakin.

15 Mittausvälineiltä MM (228) saadun mittaustiedon, kuten mittaussignaalit, perusteella LED-operaatiovalaisimen käsittämät, edullisesti valaisinosaan LU (210) integroidut säätövälineet CM (230), kuten mikroprosesori tai logiikkapiiri, voidaan järjestää muodostamaan ohjausinformaatiota, kuten säätösignaalit, säädettävälle teholähteelle ADJ-PW (226). Ohjausinformaation avulla voidaan esimerkiksi pienentää tietyn värisille LED-komponenteille syötettävän tehon määrää värilämpötilan säätämiseksi. Järjestely mahdollistaa myös LED-operaatiovalaisimen tuottaman valon kirkkauden säädön siten, että LED-operaatiovalaisimen tuottaman valon värilämpötila ei olennaisesti muutu, kun eriväristen LED-komponenttien emissioiden mahdolliset epälineaariset korrelaatiot syöttötehon muutoksiin voidaan keksinnön mukaisen järjestelyn avulla kompensoida eri osavärejä tuottavia komponentteja itsenäisesti ohjaamalla.

20 Kuviossa 3 esitetään erään edullisen suoritusmuodon mukainen yksinkertaistettu LED-operaatiovalaisimen värilämpötilan säätöjärjestelmä. LED-operaatiovalaisimen käsittämä elektroniikka on melko yksinkertaista ja siten edullista. Mittausanturit SE (300, 300', 300") on järjestetty mittamaan esimerkiksi eriväisiä LED-komponentteja (302, 302', 302") käsittävien LED-komponenttiyksikköjen LG₁ (304), LG₂ (306), LG₃ (308) tuottamien osavärien intensiteettejä, esimerkiksi periodisesti. Mittausantureihin SE (300, 300', 300") toiminnallisesti liitetty mikroprosessori MP (310) on järjestetty muodostamaan säätösignaaleja CS (312, 313) mikroprosessoriin MP (310) toiminnallisesti liitettylle kahdelle säädettävälle teholähteelle ADJ-PW (314), ADJ-PW (316) vas-

teena mittausantureilta SE (300, 300', 300'') vastaanotetuille mittaussignaaleille MS (320, 320', 320''). Yksi teholähteistä PW (318) on eksinnön tässä suoritusmuodossa vakioteholähde. Säätösignaalien CS (312, 313) ohjaamana säädetään LED-komponenttiyksikköjen LG₁ (304), LG₂ (306), LG₃ (308) kahta eri osaväriä tuottaville LED-komponenteille (302, 302') syötettävää tehoa P (322, 324) tarpeen mukaan. Tehonsäädöllä voidaan siis vaikuttaa erivärisissä LED-komponenteissa (302, 302') tapahtuvan valoemission ja siten eri emittoitavien aallonpituuksien voimakkuuteen, toisin sanoen valaisimen tuottaman valon värilämpötilaan. Toisaalta esimerkiksi LED-komponenttien (302, 302', 302'') ikääntyessä ne tarvitsevat tyypillisesti enemmän tehoa tuottaakseen saman intensiteetin kuin aiemmin. Keksinnön mukaisesti voidaan kuitenkin käyttää esimerkiksi kaikille eriväristen LED-komponenttien (302, 302', 302'') muodostamille ryhmille, tai jopa kaikille yksittäisille komponenteille omia säädetäviä teholähteitä valaisimella tuotetun valon kirkkauden säätämiseksi ja/tai pitämiseksi haluttuna siten, että värilämpötila kuitenkin pysyy ollenaisesti vakiona. Keksinnön mukaisella ratkaisulla voidaan myös luoda LED-operaatiovalaisimelle uusia toiminnallisuuksia, kun tietyn värisiä LED-komponentteja himmentämällä tai sammuttamalla voidaan esimerkiksi tutkia limakalvomuutoksia tai hidastaa hampaiden paikkauskomposiittien ennenaikaista kovettumista.

Keksinnön yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-operaatiovalaisin käyttää enintään viisi, edullisesti enintään kolme LED-komponenttiyksikköä. Edullisesti LED-operaatiovalaisimen rakenne suunnitellaan kustannustehokkaaksi siten, että haluttu valomäärä toteutetaan mahdollisimman pienellä määrällä LED-komponenttiyksiköitä. LED-operaatiovalaisimen säätö- ja mittaustoiminnallisuudet on helpompi toteuttaa rakenteen ollessa yksinkertainen. Periaatteessa voitaisiin käyttää jopa vain kahta riittävän tehokasta LED-komponenttiyksikköä, varsinkin jos komponenttiyksiköt toteutetaan jollakin muulla rakenteella kuin vain yhden LED-komponentin yksikköinä. Yksi tällainen rakenne voisi olla seuraavassa tarkemmin esiteltävä eksinnön yhden edullisen suoritusmuodon mukainen rivimuotoon järjestetty RGB-LED-komponentti. Kun valoläteen pistemäisyys on kuitenkin yksi ei-toivottu ominaisuus operaatiovalaisimien yhteydessä, lienee vähintään kolmen LED-komponenttiyksikön käyttö, myös riittävän valotehon varmistamiseksi, kuitenkin käytännössä perusteltua.

Kuviossa 4 esitetään kahden samanvärisen LED-komponentin LED (400) sähköistä sarjaankytentää, jossa säädetävä virtalähde 1 (402) on jär-

jestetty syöttämään tehoa esimerkiksi kahteen eri RGB-LED-komponenttiin sijoitetuille LED-komponentteille LED (400).

Kuviossa 5 on esitetty keksinnön yhden edullisen suoritusmuodon mukainen, kolme riviin asetettua RGB-LED-komponenttia (500, 502, 504) kä-
5 sittävä LED-komponenttiyksikkö.

Kuviossa 6 esitetyn mukaisesti punaisen R (602), vihreän G (604) ja sinisen B (606) LED-komponentin käsitävä RGB-LED-komponenttiyksikkö (600) voidaan keksinnön mukaisesti järjestää siten, että myös itse LED-komponentit (602, 604, 606) muodostavat rivin. Sijoitettaessa tällainen RGB-LED-
10 komponenttiyksikkö keksinnön mukaisesti operaatiovalaisimeen, on siihen lisäksi edullista järjestää kyseisen rivin suuntainen kollimaattori CO (608) halutun muotoisen ja haluttuun suuntaan kohdistuvan sädekeilan aikaansaamiseksi. Punainen R (602), vihreä G (604) ja sininen B (606) LED-komponentti ja niistä muodostuvat yksiköt voidaan luonnollisesti järjestää muuhunkin kuin ri-
15 vimuotoon, mutta edellä esitetty rakenne soveltuu hyvin nimenomaan hammaslääketieteellisten hoitotoimenpiteiden yhteydessä käytettäväksi ajatellen kohdealuetta tyypillisesti ellipsimäisenä geometriana valaisemaan halutun valokeilan muotoa.

Yksi keksinnön mukaiseen LED-operaatiovalaisimeen edullisesti
20 soveltuva LED-komponentti on hyvän hyötysuhteen omaava Luxeon™ 5 W, jonka kehityksestä, valmistuksesta ja markkinoinnista vastaa Lumileds Lighting, LLC. Luxeon™ 5 W voi tuottaa jopa 50-kertaisen valomäärän moniin muihin puolijohteilla toteutettujen valonlähteiden tuottamaan valomäärään verrattuna. Näiden olennaisesti suuremman valomäärän wattia kohden tuottavien
25 komponenttien rakenteen olennaisia piirteitä ovat substraatin safiirimateriaali sekä heijastinrakenne, joiden ansiosta tunnettuun tekniikkaan nähdien pienempi osa tuotetusta energiasta integroituu itse komponenttiin ja suurempi osa LED-komponentissa tuotetuista fotoneista saadaan johdetuksi haluttuun suuntaan. Myös näiden komponenttien termiseen suunnittelun on kiinnitetty huomiota, jotta syntvä hukkalämpö voidaan tehokkaasti johtaa ulos komponentista, ja täten käyttää suuria energiatehokkuutta ilman ylijäähdytystä.
30 Tämänkaltaisia komponentteja käytettäessä saadaan myös valaisimen rakenne toteutettua pienenä ja kevyenä.

Kuviossa 7 on esitetty yksi edullinen keksinnössä käytettäväksi soveltuva LED-komponentin LED (700) rakenne, joka komponentti voi olla esimerkiksi aiemmin esitetty RGB-LED-komponentti. Kuvion 7 mukaisesti LED-komponenttiin (700) on liitetty linssiheijastinyhdistelmä LR (702) emittoidun

valon keräämiseksi ja suuntaamiseksi tehokkaasti kohteeseen. Linssiheijastinyhdistelmän LR (702) ansiosta itse LED-operaatiovalaisin ei vaadi erillistä, hankalasti rakennettavaa ja kallista heijastinta. Edullisesti LED-komponentit LED (700) liitetään lämpöä johtaviin jäähdytys- HS (706) ja eristelevyihin AL (704). Eristelevy voi olla esimerkiksi alumiinioksidia, jolloin siihen voidaan integroida esimerkiksi LED-komponentteihin kytkettävissä olevia sähköjohteita. Tyypillisesti LED-komponentit eivät tarvitse halogenilampuissa käytettyjä äännekkäitä tuulettimia, vaan jäähdytyslevyn kautta tapahtuva jäähdytys on riittävä. Jäähdytyslevyjä HS (706) voi kuulua valaisinrakenteeseen useita tai sellainen voidaan järjestää kaikille LED-komponenteille LED (700) yhtiseksi, jolloin eri LED-komponenttien LED (700) emissiolämpötilat muodostuvat olennaisesti samoiksi.

LED-valonlähteiden yksi ominaisuus on, että kullakin LED-komponenttiaineseoksella on karakteristinen lämpötilariippuvainen emissiovoimakkuus. Tämän ansioista esimerkiksi kuvion 7 mukaisessa järjestelyssä, jossa kaikki LED-komponentit LED (700) toimivat olennaisesti samassa lämpötilassa, voidaan suhteellisen tarkasti yksinkertaisesti jäähdytyslevyn HS (706) lämpötilan perusteella selvittää kunkin eri osaväriä tuottavan LED-komponentin LED (700) emission voimakkuus, ja sitä kautta valaisimella tuotetun valon värilämpötila. Lisäksi, kun kutakin osaväriä tuottamaan käytetyn LED-komponentin LED (700) emissio lämpötilan funktiona tunnetaan, voidaan valaisimen tuottaman valon värilämpötilasäätö toteuttaa edellä mainittujen LED-komponenttien säädettävien teholähteiden, jäähdytyslevyn tai -levyjen lämpötilamittauksen ja LED-komponenttien emissio-lämpötilakäyrästöjen avulla.

Toinen tapa järjestää kuvion 7 mukaiseen rakenteeseen LED-komponentin säädössä tarvittavat mittausvälineet on integroida LED-komponentin tuottaman tai tuottamien osavärien emission intensiteettiä mittaaavat välineet, kuten RGB-värianturi, itse LED-komponenttiin, kuten sen heijastimeen, jolta anturilta voidaan sitten järjestää lähetettäväksi mittaussignaali valaisimen mikroprosessorille tai vastaavalle.

Keksinnön yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-operaatiovalaisin käsittää ainakin kaksi eri valkoisen sävyä tuottavaa valkoista LED-komponenttia, joiden valoemissioiden aiheuttamaa LED-operaatiovalaisimen värilämpötilaa voidaan säättää vastavasti kun edellä on esitetty.

LED-operaatiovalaisimen värilämpötilaa voidaan säättää eksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisella menetelmällä, jossa tuotetaan valoemissiota, joka käsittää ainakin kahta eri aallonpituuutta olevaa osaväriä, vas-

- teena ainakin kahden teholähteen PW, joista ainakin yksi on säädettävä teholähde ADJ-PW, ainakin yhden LED-komponentin LED käsittämälle LED-komponenttiyksikölle LG syöttämälle teholle, mitataan LED-komponenttiyksiköiden (LG) tuottaman valon värilämpötilaa tai ainakin yhtä sellaista niiden ge-
5 neroimaa suuretta, jonka korrelaatio LED-komponenttiyksikköjen (LG) tuottaman valon värilämpötilaan on tunnettu, ja muodostetaan ohjausinformaatiota ainakin yhdelle mainitusta säädettävistä teholähteistä (ADJ-PW) vasteena mainitusta mittauksesta saadulle mittaustiedolle ainakin yhden osavärin tuoton säättämiseksi ainakin yhdessä LED-komponentissa (LED).
- 10 Alan ammattilaiselle on ilmeistä, että tekniikan kehitylessä keksinnön perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Keksintö ja sen suoritusmuodot eivät siten rajoitu yllä kuvattuihin esimerkkeihin ja komponentteihin, vaan ne voivat vaihdella oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. LED-operaatiovalaisin, joka käsittää:

ainakin kaksi teholähdettä (PW), joista ainakin yksi on säädettävä teholähde (ADJ-PW), ja

5 ainakin kaksi LED-komponenttiyksikköä (LG) valon emittoimiseksi vasteena teholähteeltä (PW) vastaanotetulle teholle, jotka LED-komponenttiyksiköt (LG) käsittävät ainakin yhden LED-komponentin (LED), ja jotka LED-komponentit (LED) on järjestetty muodostamaan mainitun LED-operaatiovalaisimen valoemission osavärejä ainakin kahdella eri aallonpituuudella,

10 tunnettua siitä, että

mainittu LED-operaatiovalaisin käsittää lisäksi:

ainakin yhdet mittausvälineet (MM) mainittujen LED-komponenttiyksikköjen (LG) tuottaman, mahdollisesti joltakin pinnalta heijastaman, valoemission värilämpötilan tai ainakin yhden sellaisten LED-komponenttiyksikköjen

15 (LG) generoiman suureen mittamiseksi, jonka korrelaatio mainittujen LED-komponenttiyksikköjen (LG) tuottaman valoemission värilämpötilaan on tunnettu, ja

ainakin yhdet säätvälineet (CM) ohjausinformaation muodostamiseksi ainakin yhdelle mainitulle säädettävälle teholähteelle (ADJ-PW) vasteena

20 mainitulta mittausvälineiltä (MM) saadulle mittautstiedolle ainakin yhden osaväriin tuoton säätmiseksi ainakin yhdessä LED-komponentissa (LED).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnuttua siitä, että

ainakin yhdet mainituista mittausvälineistä (MM) on järjestetty mitataaman mainittujen emittoitujen osavärien intensiteettejä.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnuttua siitä, että

ainakin yhdet mainituista mittausvälineistä (MM) on järjestetty mitataaman mainittujen LED-komponenttien (LED) lämpötilaa.

30 4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnuttua siitä, että

mainitut mittausvälineet (MM) käsittävät ainakin yhden mittausanturin (SE), joka on järjestetty ilmaisemaan mainittu mittautstieto mittaussignaalina (MS) ja mainitut säätvälineet (CM) käsittävät ainakin yhden prosessorin (MP)

35 tai logiikkapiirin, joka on järjestetty muodostamaan mainittu ohjausinformaatio säätsignaalina (CS).

5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että mainittu LED-komponenttiyksikkö (LG) käsittää punaisen (R), vihreän (G) ja sinisen (B) LED-komponentin (LED).
- 5 6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että valaisin käsittää ainakin kaksi, kuten kolme LED-komponenttiyksikköä (LG), jotka yksiköt käsittävät rivimuotoon sijoitetut punaisen (R), vihreän (G) ja sinisen (B) LED-komponentin (LED), jolloin mainitut LED-komponenttiyksiköt (LG) on järjestetty muodostamaan kyseisen LED-komponenttirivin suuntainen rivi.
- 10 7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että ainakin osa mainituista LED-komponenteista on eri valkoisen (W) sävyjä emittoivia LED-komponentteja (LED).
- 15 8. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että kutakin osaväriä emittoivat LED-komponentit (LED) on kytketty toiminnallisesti rinnan ja/tai sähköisesti sarjaan.
- 20 9. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että se käsittää ainakin yhden säädettävän teholähteet (ADJ-PW) kutaan emittoitavaa LED-komponenttiväriä kohden, jolloin kukin säädettävä teholähde (ADJ-PW) on järjestetty syöttämään tehoa tiettyä osaväriä emittoiville LED-komponenteille (LED).
- 25 10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että mainitut säädettävät teholähteet (ADJ-PW) on integroitu LED-komponentteihin (LED).
- 30 11. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että mainittu LED-komponentti (LED) on suurteho-LED-komponentti, jonka keskimääräinen ottoteho on suurempi kuin 500 mW.
- 35 12. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

yksi mainituista teholähteistä (PW) on vakiovirtalähde.

13. Jonkin patenttivaatimuksen 6-12 mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

valaisimeen on toiminnallisesti liitetty mainittujen LED-komponenttiyksikköjen (LG) keskenään muodostaman rivin suuntainen kollimaattorijärjestely (CO).

- 5 14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että
- mainittu kollimaattorijärjestely (CO) käsittää mainittuihin LED-komponenttiyksiköihin (LG) järjestettyjä kollimaattoreita (CO).

10 15. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

reunimmaisten mainittujen LED-komponenttiyksikköjen (LG) emittoimien valokeilojen keskisäteiden välinen kulma (α) on vähintään 5 astetta.

- 15 16. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

mainitut ainakin kaksi LED-komponenttiyksikköä (LG) käsittävät linssiheijastinyhdistelmän LR (702) käsittäviä LED-komponentteja (LED), johon linssiheijastinyhdistelmään LR (702) on integroitu mainitut mittausvälineet (MM), kuten RGB-värianturi, kyseisestä LED-komponentista (LED) emittoituvan tai emittoituvien osavärien intensiteettien mittamiseksi.

17. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

- 25 se käsittää N:ä eri osaväriä tuottavia LED-komponentteja (LED), jo-ka N on kaksi tai sitä suurempi kokonaisluku, ja ainakin N-1 eri osaväriä tuottavia LED-komponentteja (LED) varten järjestettyjä säädettäviä teholähteitä (ADJ-PW).

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen LED-operaatiovalaisin, tun- nettu siitä, että

- 30 se käsittää N kpl säädettäviä teholähteitä (ADJ-PW).

19. Menetelmä LED-operaatiovalaisimen värilämpötilan säätämiseksi, jossa menetelmässä:

- 35 tuotetaan valoemissiota, joka käsittää ainakin kahta eri aallonpi- tuutta olevaa osaväriä, vasteena ainakin kahden teholähteent (PW), joista ainakin yksi on säädettävä teholähde (ADJ-PW), ainakin yhden LED-komponen- tin (LED) käsittämälle LED-komponenttiyksikölle (LG) syöttämälle teholle, tunnettu siitä, että mainitussa menetelmässä:

mitataan LED-komponenttiyksikköjen (LG) tuottaman, mahdollisesti joltakin pinnalta heijastaman valon värilämpötilaa tai ainakin yhtä sellaista niiden generoimaa suuretta, jonka korrelaatio LED-komponenttiyksikköjen (LG) tuottaman valon värilämpötilaan on tunnettu, ja

5 muodostetaan ohjausinformaatiota ainakin yhdelle mainitusta säädettävistä teholähteistä (ADJ-PW) vasteena mainitusta mittauksesta saadulle mittaustiedolle ainakin yhden osavärin tuoton säättämiseksi ainakin yhdessä LED-komponentissa (LED).

10 20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen menetelmä, tunnettussiitää, että

mitataan kunkin mainitun emittoidun osavärin intensiteettiä, kuten esimerkiksi mittaamalla punaista, vihreää ja sinistä osaväriä tuottavien LED-komponenttien emissioiden intensiteettejä RGB-värianturilla.

15 21. Patenttivaatimuksen 19 tai 20 mukainen menetelmä, tunnnettussiitää, että

mitataan LED-komponenttien (LED) lämpötilaa, erityisesti mainituille komponenteille yhtiseksi järjestetyn jäähdytyslevyn lämpötilaa, ja säädetään osavärien tuottoa halutulla tavalla perustuen kullekin käytetylle LED-komponentille ominaiseen lämpötila-emissio-korrelaatioon.

20 22. Jonkin patenttivaatimuksen 19 - 21 mukainen menetelmä, tunnettussiitää, että

ainakin yhden mainitusta osaväreistä emissiota säädetään ainakin yhden säädettävän teholähteentä avulla siten, että kytketään ainakin osa kyseistä osaväriä tuottavista LED-komponenteista (LED) sähköisesti sarjaan ja 25 kyseinen sarja mainittuun ainakin yhteen säädettäväen teholähteeseen, jolloin kyseisen osavärin tuotto valaisimessa muuttuu vastena kyseisen ainakin yhden teholähteentä säädölle.

23. Jonkin patenttivaatimuksen 19 - 22 mukainen menetelmä, tunnettussiitää, että

30 käytetään N:ää erilaista osaväriä tuottavaa LED-komponenttia, joka N on kaksi tai sitä suurempi kokonaisluku, ja säädetään ainakin N-1:n osavärin tuottoa.

24. Patenttivaatimuksen 23 mukainen menetelmä, tunnettussiitää, että

35 säädetään N:n osavärin tuottoa.

(57) Tüivistelmä

LED-operaatiovalaisin, joka käsittää ainakin kaksi teholähettä, joista ainakin yksi on säädettävä teholähde, ainakin kaksi LED-komponenttiyksikköä sekä mittaus- ja säätövälaineet. Yhden tai useamman LED-komponentin käsittävät LED-komponenttiyksiköt, emittoivat valoa vastena teholähteeltä vastaanotetulle teholle. LED-komponentit on järjestetty muodostamaan valoemission osavärejä ainakin kahdella eri aallonpituuudella. Mittausvälineet on järjestetty mittaamaan LED-komponenttiyksikön valoemissiota, ja mittaustiedon perusteella säätövälaineet on järjestetty muodostamaan säädettävälle teholähteelle lähetettävän ohjausinformaation, millä säädetään LED-komponenttiyksiköille syöttävän tehon suuruutta. LED-komponentin valoemissio muuttuu vastaanotetun tehon muuttuessa, mikä puolestaan aiheuttaa emittoidun valon osavärien keskinäisen suhteen muuttumisen ja siten värilämpötilan muuttumisen.

(Kuvio 3)

15

1/5

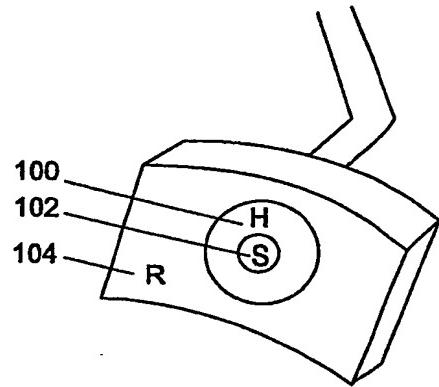


Fig. 1.

2/5

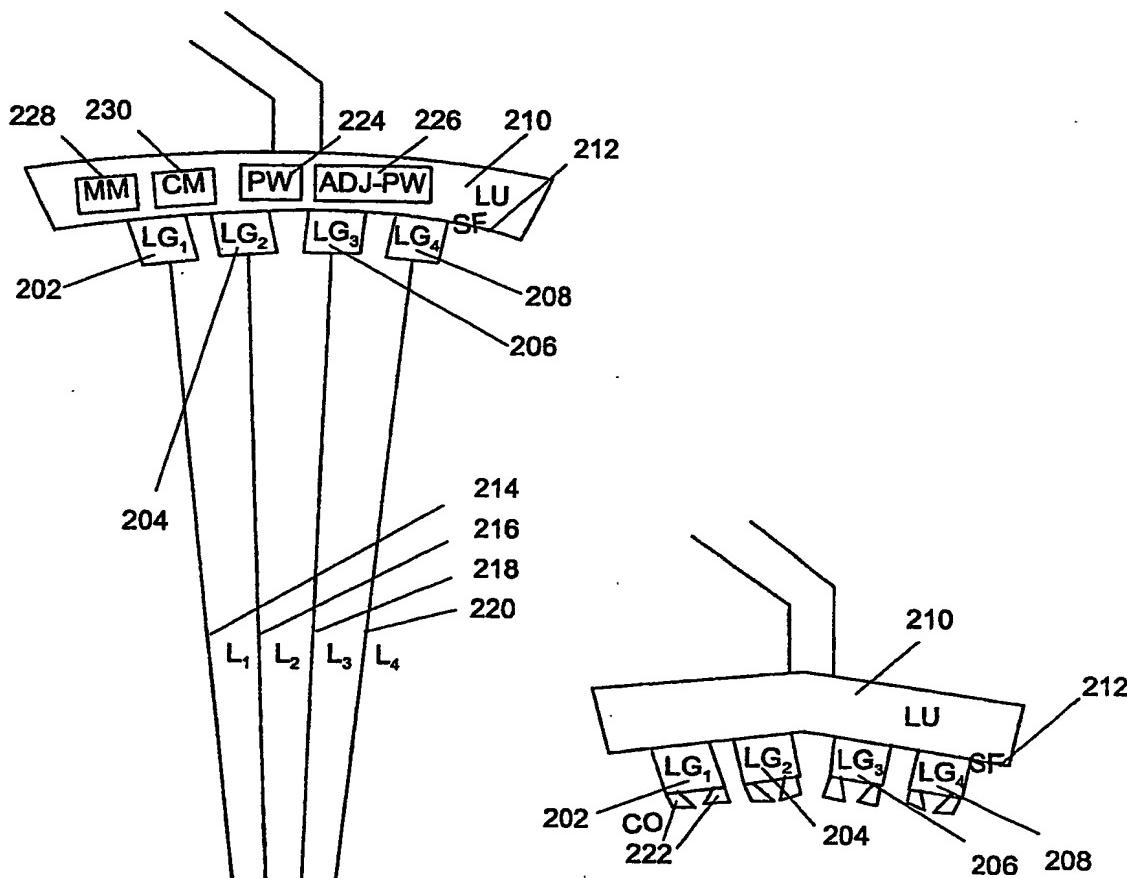


Fig. 2a.

Fig. 2c.

3/5

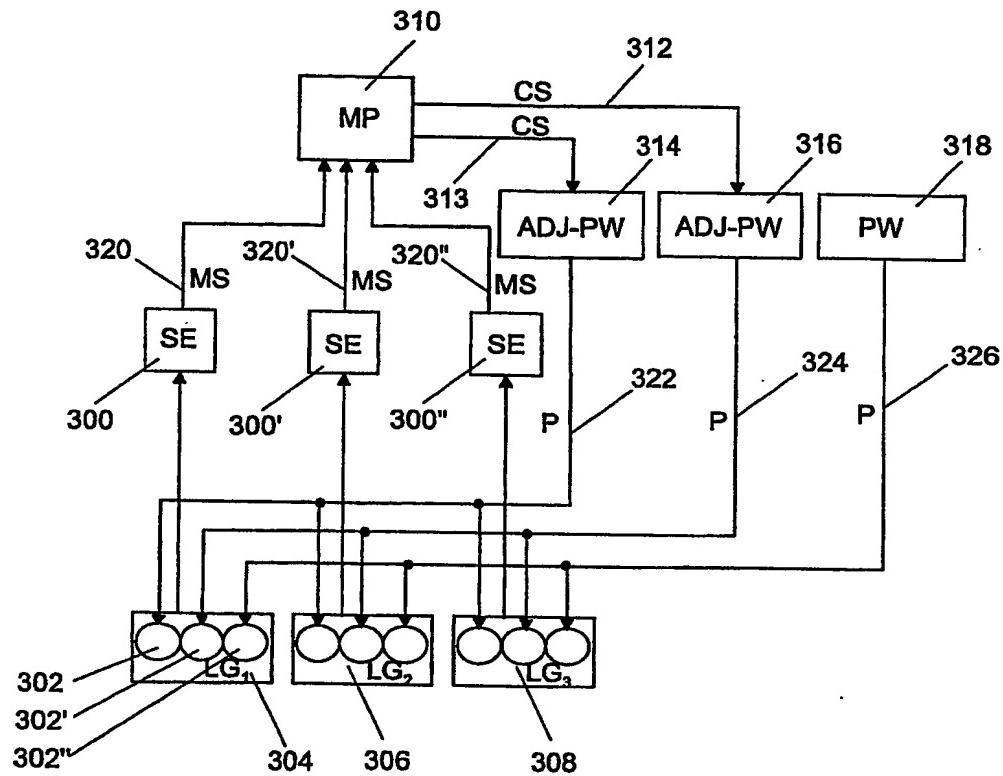


Fig. 3.

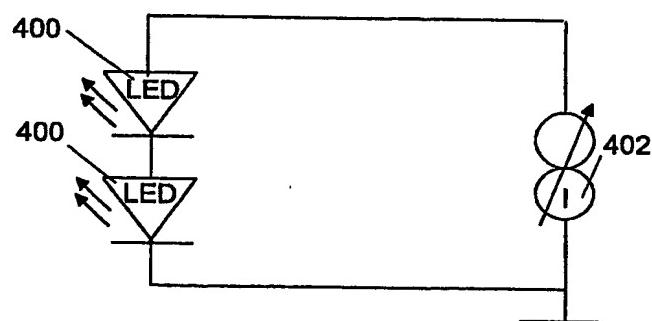


Fig. 4.

4/5

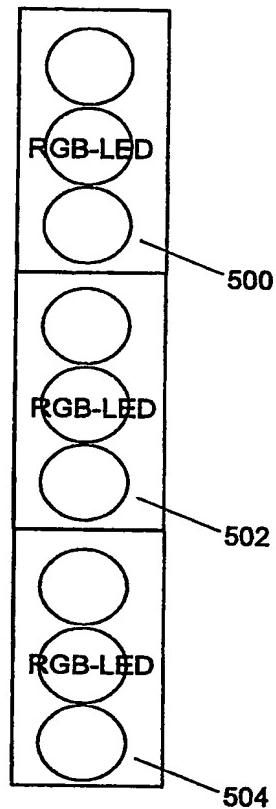


Fig. 5.

15

5/5

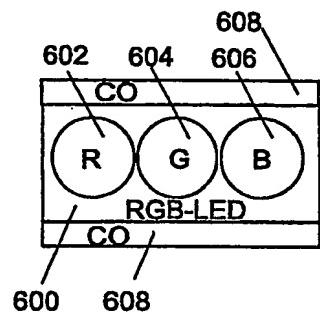


Fig. 6.

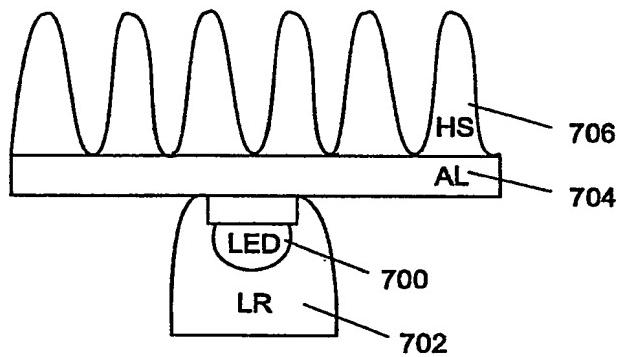


Fig. 7.